



Analysis of Financial Time Series

Third Edition

金融时间序列分析

(第3版)

[美] Ruey S. Tsay 著
王远林 王辉 潘家柱 译



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TURING

图灵数字·统计学丛书 55



**Analysis of
Financial Time Series**
Third Edition

金融时间序列分析
(第3版)

[美] Ruey S. Tsay 著
王远林 王辉 潘家柱 译

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

金融时间序列分析: 第3版 / (美) 蔡瑞胸
(Tsay, R. S.) 著; 王远林, 王辉, 潘家柱译. -- 北京
人民邮电出版社, 2012. 9

(图灵数学·统计学丛书)

书名原文: Analysis of Financial Time Series
Third Edition

ISBN 978-7-115-28762-5

I. ①金… II. ①蔡… ②王… ③王… ④潘… III.
①金融—时间序列分析 IV. ①F830

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第167716号

内 容 提 要

本书全面阐述了金融时间序列, 并主要介绍了金融时间序列理论和方法的当前研究热点和一些最新研究成果, 尤其是风险值计算、高频数据分析、随机波动率建模和马尔可夫链蒙特卡罗方法等方面。此外, 本书还系统阐述了金融计量经济模型及其在金融时间序列数据和建模中的应用, 所有模型和方法的运用均采用实际金融数据, 并给出了所用计算机软件的命令。较之第2版, 本版不仅更新了上一版中使用的数据, 而且还给出了R命令和实例, 从而使其成为理解重要统计方法和技术的基石。

本书可作为时间序列分析的教材, 也适用于商学、经济学、数学和统计学专业对金融的计量经济学感兴趣的高年级本科生和研究生, 同时, 也可作为商业、金融、保险等领域专业人士的参考用书。

图灵数学·统计学丛书

金融时间序列分析(第3版)

-
- ◆ 著 [美] Ruey S. Tsay
 - 译 王远林 王辉 潘家柱
 - 责任编辑 卢秀丽
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 700×1000 1/16
印张: 36.75
字数: 763千字 2012年9月第1版
印数: 1-4000册 2012年9月北京第1次印刷
 - 著作权合同登记号 图字: 01-2012-1952号
 - ISBN 978-7-115-28762-5
-

定价: 85.00元

读者服务热线: (010)51095186 转 604 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010)67171154

献 词

谨以此书献给 Teresa 及父亲，并以此纪念母亲。

译者简介

王远林 毕业于东北财经大学数学与数量经济学院, 获经济学博士学位. 现任东北财经大学数学与数量经济学院副教授, 硕士研究生导师.

主要研究方向: 数理金融和金融计量经济学.

潘家柱 曾任北京大学金融数学系副教授、教授和博士生导师, 并在伦敦经济学院 (LSE) 从事过两年的研究工作, 现在英国斯特拉思克莱德大学任教. 2002 年, 与程士宏教授等人一起获得教育部提名国家科学技术奖自然科学奖二等奖. 2008 年, 担任第 7 届世界概率统计大会时间序列分组的主持人. 研究工作受到英国爱丁堡皇家学会和中国国家自然科学基金委员会的基金资助.

主要研究方向: 时间序列分析、金融计量经济学和风险管理.

王辉 毕业于北京大学数学科学学院概率统计系, 获博士学位. 现任教于中央财经大学金融学院金融工程系.

主要研究方向: 时间序列分析和金融计量经济学.

前 言

许多国家都在竭力从当前的全球金融危机中恢复过来, 显而易见, 我们不想再遇到这样的危机. 为了防止再发生这样的危机, 我们必须对刚过去的危机进行研究. 因此, 在实证研究中, 过去几年的金融数据就成为重要的研究对象. 本次修订的主要目的就是更新使用的数据, 并重新分析这些实例, 从而便于人们更好地理解资产收益的性质. 同时, 我们在金融计量学和金融分析软件包方面也取得许多新进展, 特别是 Rmetrics 有许多程序包可用于分析金融时间序列. 本次修订的第二个目的就是给出 R 命令和示例, 从而使读者可以更加轻而易举地重新计算书中的实例, 并得到结果.

在这次金融危机中, 有一些大的金融机构相继倒闭, 这表明极端事件有群集发生的特点. 它们之间不是相互独立的. 为了处理极端事件的相依性, 在第 7 章中, 我增加了极值指数的内容, 并且讨论了极值指数对风险值的影响. 我还重新编写了第 7 章, 从而使其更易于读者理解, 内容也更加全面. 现在, 第 7 章还包括了用于度量金融风险的预期损失 (或者条件风险值) 的内容.

我力求本书的篇幅不要过大, 涵盖内容尽可能多. 基于以下三方面的原因, 本次修订没有考虑信用风险和经营风险. 首先, 需要深入研究适用于评估信用风险的有效方法; 其次, 不便于得到大量的可用数据; 最后, 本书的篇幅已经不能再大了.

第 3 版增加的内容概述如下.

- (1) 更新了本书从头至尾使用的数据.
- (2) 提供了 R 命令和示例. 在有些例子中给出了 R 程序.
- (3) 使用新的观察数据, 重新分析了许多例子.
- (4) 在第 3 章中, 为了进行波动率建模, 引入了非对称分布.
- (5) 在第 5 章中, 为了研究最近的高频交易数据的性质, 增加了非线性持续期模型的应用.
- (6) 在第 7 章中, 使用统一的方法, 通过损失函数来分析风险值 (VaR), 讨论预期损失 (ES), 或者等价的条件风险值 (CVaR). 为了分析相依数据, 还引入了极值指数.
- (7) 在第 8 章中, 讨论了协整模型在配对交易 (pair trading) 中的应用.
- (8) 在第 10 章中, 研究了动态相关模型的应用.

本书第 2 版的许多读者给出的建设性意见让我受益匪浅, 这些读者包括学生、同行和朋友, 我对他们感激不尽. 特别地, 我要对 Spencer Graves、ESTIMA 的 Tom

Doan 和 Eugene Gath 致以真挚的谢意. Spencer Graves 编写了 FinTS 的 R 软件包, Doan 和 Gath 把书稿仔细地看了一遍. 我还要感谢 Kam Hamidieh, 对于修订中应该关注的新专题, 他给出了很好的建议. 我也要感谢 Wiley 的同事们, 特别是 Jackie Palmieri 和 Stephen Quigley, 感谢他们的支持. 与往常一样, 如果没有我的妻子和孩子们不断的鼓励和无条件的爱, 我不可能完成这个修订版. 他们是激励我前进的动力和力量来源. 我的部分研究得到了芝加哥大学布斯商学院的赞助.

最后, 本书的网址为 <http://faculty.chicagobooth.edu/ruey.tsay/teaching/fts3>.

蔡瑞胸 (Ruey S. Tsay)

伊利诺伊州 芝加哥

芝加哥大学布斯商学院

第 2 版前言

近年来金融时间序列这个研究领域已经引起了人们广泛的关注,尤其是当 2003 年 Robert Engle 教授和 Clive Granger 教授获得诺贝尔经济学奖之后.与此同时,金融计量经济学领域也有了新的发展,尤其是在高频金融、随机波动率以及可用性软件方面.于是我们需要为高年级本科生、研究生、技术人员以及研究人员提供一套更为完善易懂的素材.在准备第 2 版时我们的主要目的是在新的发展和实证分析方面进行更新,并且扩大这本书的核心素材,将异方差和序列相关存在时的相合协方差估计、波动率建模的备选方法、金融因子模型、状态空间模型、卡尔曼滤波以及随机扩散模型的估计也包含了进来.

因此本书扩展到了 12 章,而且本书另一个重要的修改是包含了 S-Plus 命令和说明.本版同时更新了许多实证例子和练习,使其包含了最近的数据.

新增的两章是第 9 章主成分分析及因子模型,与第 11 章状态空间模型和卡尔曼滤波.本书所讨论的因子模型包含了宏观经济因子模型、基本面的因子模型和统计因子模型.对于分析像组合收益这样的高维金融数据,这些模型是简单而有力的工具.为说明其应用,本书给出了实证例子.新增的状态空间模型和卡尔曼滤波是为了阐明其在金融中的应用以及容易计算的特点.第 12 章中,在一般马尔可夫链蒙特卡罗 (MCMC) 框架下,状态空间模型和卡尔曼滤波可用来估计随机波动率模型.该估计还用到了向前滤波和向后抽样的方法以增加计算效率.

下面我们对第 2 版新增的内容给出一个简要概括.

(1) 更新了全书所用的数据.

(2) 给出了 S-Plus 命令和演示.

(3) 第 2 章考虑了单位根检验以及存在异方差和序列相关时协方差矩阵的相合估计方法.

(4) 第 3 章描述了波动率建模的备选方法,包括应用高频交易数据以及一项资产的日最高价和日最低价.

(5) 第 4 章给出了非线性模型和方法的更多应用.

(6) 第 7 章引入了更多风险值的概念和应用.

(7) 第 8 章讨论了协整向量自回归模型.

(8) 第 10 章涵盖了各种多元波动率模型.

(9) 第 12 章中增加了有效的 MCMC 方法来估计随机波动率模型.

本次修改主要得益于同事、朋友以及许多第 1 版读者们富有建设性的意见.我

对他们表示由衷的感谢. 特别感谢 J. C. Artigas, Spencer Graves, Chung-Ming Kuan, Henry Lin, Daniel Peña, Jeff Russell, Michael Steele, George Tiao, Mark Wohar, Eric Zivot 以及我的 MBA 班上学习金融时间序列的学生们, 感谢他们的建议和讨论, 同时要特别感谢 John Wiley 的生产编辑 Rosalyn Farkas. 在此我也要感谢我的妻子和孩子, 他们给了我无条件的支持和鼓励. 值得一提的是, 我在金融计量经济方面的部分研究受到美国国家自然科学基金、(中国台湾)“中央研究院”经济研究所高频金融项目以及芝加哥大学商学院的支持.

最后, 该书的网址是 gsbwww.uchicago.edu/fac/ruey.tsay/teaching/fts2.

蔡瑞胸 (Ruey S. Tsay)

芝加哥大学

第 1 版前言

本书来源于自 1999 年以来我在芝加哥大学商学院所教的 MBA(工商管理硕士) 金融时间序列分析课程. 它也包含了过去几年我开设的时间序列分析博士生课程的素材. 这是一本引论性质的书, 旨在对金融计量经济模型及其在金融时间序列数据的建模和预测中的应用进行综合与系统的阐述. 本书的目的是使读者了解金融数据的基本特征、理解金融计量经济模型的应用并获得分析金融时间序列的经验.

本书可作为金融专业 MBA 学生的时间序列分析教材, 也适用于商学、经济学、数学和统计学专业对金融计量经济学感兴趣的高年级本科生和研究生. 同时, 它也可作为商业、金融、保险领域中要进行风险值 (VaR, Value at Risk) 计算、波动率 (volatility) 建模和对具有序列相关性的数据进行分析等工作的研究人员和业内人士的参考书.

对计量经济学和统计学文献中的金融计量方法的最新进展进行概述是本书的突出特点. 这些进展包括当前的研究热点, 如风险值、高频数据分析和马尔可夫链蒙特卡罗方法等. 特别地, 本书包含了一些在学术杂志上尚未发表的最新研究成果, 可参阅第 6 章中关于使用封闭形式的跳跃扩散方程来进行衍生产品的定价, 第 7 章中基于非齐次二维泊松 (Poisson) 过程的极值理论计算风险值, 以及第 9 章中带时变相关系数的多元波动率模型等. 本书之所以介绍 MCMC 方法, 是因为这类方法在金融计量经济学中是强有力的工具, 并且对其有大量的应用.

强调实例和数据分析是本书的另一个突出特点. 全书采用实际金融数据来说明所讨论模型和方法的应用. 我们的分析用到了多种计算机软件: 线性时间序列的建模用 SCA (Scientific Computing Associates, 科学计算助手); 估计波动率模型用 RATS (Regression Analysis for Time Series, 时间序列的回归分析); 实现神经网络和绘制 PS 格式的图形用 S-Plus. 运行这些软件包所需的一些命令将在相应各章后的附录中给出. 特别地, 用来估计多元波动率模型的复杂的 RATS 程序在第 9 章的附录 A 中给出. 其中有些我和其他人编的 Fortran 程序可用来对简单的期权定价、估计极值模型、计算风险值和进行贝叶斯 (Bayesian) 分析. 一些数据和程序可以在万维网上获得, 网址为 <http://www.gsb.uchicago.edu/fac/ruey.tsay/teaching/fts>.

本书第 1 章描述了金融时间序列数据的一些基本特征. 其他各章分为三个部分: 第一部分由第 2 章至第 7 章组成, 讨论一维金融时间序列的分析及应用; 第二

部分包括第8章和第9章,是关于多项资产收益率序列的;最后一部分是第10章,介绍用MCMC方法进行金融中的贝叶斯推断。

完全读懂本书需要具备基本统计学的概念和知识。在每章中,当一个必要的统计学概念第一次出现时,我都给出了一个简短的回顾。即使如此,统计学或商业统计学的必备知识,包括概率分布、线性回归分析,还是竭力推荐的。金融知识对理解书中所讨论的应用是很有帮助的。然而,对具有很好的计量经济学和统计学背景的读者来说,也会在本书中发现多方面有趣的主题和带挑战性的问题。

作为MBA的课程,第2章和第3章是核心内容,另外还可加入一些非线性方法的内容(如第4章的神经网络及第5~7章和第10章中讨论的应用)。对贝叶斯推断感兴趣的读者可以从第10章的前5节开始阅读。

金融时间序列分析的研究发展迅速,新成果不断出现。虽然我已经力图覆盖尽可能广的内容,但仍有许多主题没有涉及或只是一带而过。

我真诚地感谢我的老师和亲密的朋友 George C. Tiao,是他在这些年中给了我指导和鼓励,让我有了对统计应用的坚定信念。感谢 Steve Quigley, Heather Haselkorn, Leslie Galen, Danielle LaCourciere 和 Amy Hendrickson,没有他们的帮助这本书是不可能出版的。感谢 Richard Smith 送给我极值理论的估计程序。感谢 Bonnie K. Ray 对本书的几个章节都给出了非常有益的建议。感谢 Steve Kou 送给我他的关于跳跃扩散模型论文的预印本。感谢 Robert E. McCulloch 许多年来在MCMC方法上的合作。感谢选修我的金融时间序列分析课程的许多学生的反馈和投入。感谢 Jeffrey Russell 和 Michael Zhang 关于高频金融数据的深入讨论。同时,也感谢芝加哥大学商学院和美国国家科学基金的支持。最后,对我的妻子 Teresa 的一贯支持、鼓励和理解,对 Julie, Richard 和 Vicki 给我带来的快乐和灵感以及对我的父母亲给我的关爱,表示我最衷心的感谢。

蔡瑞胸 (Ruey S. Tsay)

芝加哥大学

目 录

第 1 章 金融时间序列及其特征	1
1.1 资产收益率	2
1.2 收益率的分布性质	6
1.2.1 统计分布及其矩的回顾	6
1.2.2 收益率的分布	13
1.2.3 多元收益率	16
1.2.4 收益率的似然函数	17
1.2.5 收益率的经验性质	17
1.3 其他过程	19
附录 R 程序包	21
练习题	23
参考文献	24
第 2 章 线性时间序列分析及其应用	25
2.1 平稳性	25
2.2 相关系数和自相关函数	26
2.3 白噪声和线性时间序列	31
2.4 简单的自回归模型	32
2.4.1 AR 模型的性质	33
2.4.2 实际中怎样识别 AR 模型	40
2.4.3 拟合优度	46
2.4.4 预测	47
2.5 简单滑动平均模型	50
2.5.1 MA 模型的性质	51
2.5.2 识别 MA 的阶	52
2.5.3 估计	53
2.5.4 用 MA 模型预测	54
2.6 简单的 ARMA 模型	55
2.6.1 ARMA(1,1) 模型的性质	56
2.6.2 一般的 ARMA 模型	57
2.6.3 识别 ARMA 模型	58
2.6.4 用 ARMA 模型进行预测	60
2.6.5 ARMA 模型的三种表示	60
2.7 单位根非平稳性	62
2.7.1 随机游动	62
2.7.2 带漂移的随机游动	64
2.7.3 带趋势项的时间序列	65
2.7.4 一般的单位根非平稳模型	66
2.7.5 单位根检验	66
2.8 季节模型	71
2.8.1 季节性差分	72
2.8.2 多重季节性模型	73
2.9 带时间序列误差的回归模型	78
2.10 协方差矩阵的相合估计	85
2.11 长记忆模型	88
附录 一些 SCA 的命令	90
练习题	90
参考文献	92
第 3 章 条件异方差模型	94
3.1 波动率的特征	95
3.2 模型的结构	95
3.3 建模	97
3.4 ARCH 模型	99
3.4.1 ARCH 模型的性质	100
3.4.2 ARCH 模型的缺点	102
3.4.3 ARCH 模型的建立	102
3.4.4 一些例子	106
3.5 GARCH 模型	113
3.5.1 实例说明	115
3.5.2 预测的评估	120
3.5.3 两步估计方法	121

3.6 求和 GARCH 模型	121	4.2.2 参数检验	179
3.7 GARCH-M 模型	122	4.2.3 应用	182
3.8 指数 GARCH 模型	123	4.3 建模	183
3.8.1 模型的另一种形式	125	4.4 预测	184
3.8.2 实例说明	125	4.4.1 参数自助法	184
3.8.3 另一个例子	126	4.4.2 预测的评估	184
3.8.4 用 EGARCH 模型进行 预测	128	4.5 应用	186
3.9 门限 GARCH 模型	129	附录 A 一些关于非线性波动率模型 的 RATS 程序	190
3.10 CHARMA 模型	130	附录 B 神经网络的 S-Plus 命令	191
3.11 随机系数的自回归模型	132	练习题	191
3.12 随机波动率模型	133	参考文献	193
3.13 长记忆随机波动率模型	133	第 5 章 高频数据分析与市场微观 结构	196
3.14 应用	135	5.1 非同步交易	196
3.15 其他方法	138	5.2 买卖报价差	200
3.15.1 高频数据的应用	138	5.3 交易数据的经验特征	201
3.15.2 日开盘价、最高价、最低 价和收盘价的应用	141	5.4 价格变化模型	207
3.16 GARCH 模型的峰度	143	5.4.1 顺序概率值模型	207
附录 波动率模型估计中的一些 RATS 程序	144	5.4.2 分解模型	210
练习题	146	5.5 持续期模型	214
参考文献	148	5.5.1 ACD 模型	216
第 4 章 非线性模型及其应用	151	5.5.2 模拟	218
4.1 非线性模型	152	5.5.3 估计	219
4.1.1 双线性模型	153	5.6 非线性持续期模型	224
4.1.2 门限自回归模型	154	5.7 价格变化和持续期的二元 模型	225
4.1.3 平滑转移 AR(STAR) 模型	158	5.8 应用	229
4.1.4 马尔可夫转换模型	160	附录 A 一些概率分布的回顾	234
4.1.5 非参数方法	162	附录 B 危险率函数	237
4.1.6 函数系数 AR 模型	170	附录 C 对持续期模型的一些 RATS 程序	238
4.1.7 非线性可加 AR 模型	170	练习题	239
4.1.8 非线性状态空间模型	171	参考文献	241
4.1.9 神经网络	171	第 6 章 连续时间模型及其应用	243
4.2 非线性检验	176	6.1 期权	244
4.2.1 非参数检验	176	6.2 一些连续时间的随机过程	244

6.2.1 维纳过程	244	7.5 极值理论	288
6.2.2 广义维纳过程	246	7.5.1 极值理论的回顾	288
6.2.3 伊藤过程	247	7.5.2 经验估计	290
6.3 伊藤引理	247	7.5.3 对股票收益率的应用	293
6.3.1 微分回顾	247	7.6 VaR 的极值方法	297
6.3.2 随机微分	248	7.6.1 讨论	300
6.3.3 一个应用	249	7.6.2 多期 VaR	301
6.3.4 μ 和 σ 的估计	250	7.6.3 收益率水平	302
6.4 股票价格与对数收益率的 分布	251	7.7 基于极值理论的一个新方法	302
6.5 B-S 微分方程的推导	253	7.7.1 统计理论	303
6.6 B-S 定价公式	254	7.7.2 超额均值函数	305
6.6.1 风险中性世界	254	7.7.3 极值建模的一个新 方法	306
6.6.2 公式	255	7.7.4 基于新方法的 VaR 计算	308
6.6.3 欧式期权的下界	257	7.7.5 参数化的其他方法	309
6.6.4 讨论	258	7.7.6 解释变量的使用	312
6.7 伊藤引理的扩展	261	7.7.7 模型检验	313
6.8 随机积分	262	7.7.8 说明	314
6.9 跳跃扩散模型	263	7.8 极值指数	318
6.10 连续时间模型的估计	269	7.8.1 $D_{(u_n)}$ 条件	319
附录 A B-S 公式积分	270	7.8.2 极值指数的估计	321
附录 B 标准正态概率的近似	271	7.8.3 平稳时间序列的风 险值	323
练习题	271	练习题	324
参考文献	272	参考文献	326
第 7 章 极值理论、分位数估计与 风险值	274	第 8 章 多元时间序列分析及其应用	328
7.1 风险值	275	8.1 弱平稳与交叉-相关矩阵	328
7.2 风险度量制	276	8.1.1 交叉-相关矩阵	329
7.2.1 讨论	279	8.1.2 线性相依性	330
7.2.2 多个头寸	279	8.1.3 样本交叉-相关矩阵	331
7.2.3 预期损失	280	8.1.4 多元混成检验	335
7.3 VaR 计算的计量经济方法	280	8.2 向量自回归模型	336
7.3.1 多个周期	283	8.2.1 简化形式和结构形式	337
7.3.2 在条件正态分布下的 预期损失	285	8.2.2 VAR(1) 模型的平稳性 条件和矩	339
7.4 分位数估计	285	8.2.3 向量 AR(p) 模型	340
7.4.1 分位数与次序统计量	285		
7.4.2 分位数回归	287		

8.2.4 建立一个 VAR(p) 模型	342	9.5.1 估计	414
8.2.5 脉冲响应函数	349	9.5.2 因子旋转	415
8.3 向量滑动平均模型	354	9.5.3 应用	416
8.4 向量 ARMA 模型	357	9.6 渐近主成分分析	420
8.5 单位根非平稳性与协整	362	9.6.1 因子个数的选择	421
8.6 协整 VAR 模型	366	9.6.2 例子	422
8.6.1 确定性函数的具体化 ..	368	练习题	424
8.6.2 最大似然估计	368	参考文献	425
8.6.3 协整检验	369	第 10 章 多元波动率模型及其应用	426
8.6.4 协整 VAR 模型的 预测	370	10.1 指数加权估计	427
8.6.5 例子	370	10.2 多元 GARCH 模型	429
8.7 门限协整与套利	375	10.2.1 对角 VEC 模型	430
8.7.1 多元门限模型	376	10.2.2 BEKK 模型	432
8.7.2 数据	377	10.3 重新参数化	435
8.7.3 估计	377	10.3.1 相关系数的应用	435
8.8 配对交易	379	10.3.2 Cholesky 分解	436
8.8.1 理论框架	379	10.4 二元收益率的 GARCH 模型	439
8.8.2 交易策略	380	10.4.1 常相关模型	439
8.8.3 简单例子	380	10.4.2 时变相关模型	442
附录 A 向量与矩阵的回顾	385	10.4.3 动态相关模型	446
附录 B 多元正态分布	389	10.5 更高维的波动率模型	452
附录 C 一些 SCA 命令	390	10.6 因子波动率模型	457
练习题	391	10.7 应用	459
参考文献	393	10.8 多元 t 分布	461
第 9 章 主成分分析和因子模型	395	附录 对估计的一些注释	462
9.1 因子模型	395	练习题	466
9.2 宏观经济因子模型	397	参考文献	467
9.2.1 单因子模型	397	第 11 章 状态空间模型和卡尔曼 滤波	469
9.2.2 多因子模型	401	11.1 局部趋势模型	469
9.3 基本面因子模型	403	11.1.1 统计推断	472
9.3.1 BARRA 因子模型	403	11.1.2 卡尔曼滤波	473
9.3.2 Fama-French 方法	408	11.1.3 预测误差的性质	475
9.4 主成分分析	408	11.1.4 状态平滑	476
9.4.1 PCA 理论	408	11.1.5 缺失值	480
9.4.2 经验的 PCA	410	11.1.6 初始化效应	480
9.5 统计因子分析	413	11.1.7 估计	481

11.1.8 所用的 S-Plus 命令	482	12.2 Gibbs 抽样	518
11.2 线性状态空间模型	485	12.3 贝叶斯推断	520
11.3 模型转换	486	12.3.1 后验分布	520
11.3.1 带时变系数的 CAPM	487	12.3.2 共轭先验分布	521
11.3.2 ARMA 模型	489	12.4 其他算法	524
11.3.3 线性回归模型	495	12.4.1 Metropolis 算法	524
11.3.4 带 ARMA 误差的线性 回归模型	496	12.4.2 Metropolis-Hasting 算法	525
11.3.5 纯量不可观测项 模型	497	12.4.3 格子 Gibbs 抽样	525
11.4 卡尔曼滤波和平滑	499	12.5 带时间序列误差的线性回归 ..	526
11.4.1 卡尔曼滤波	499	12.6 缺失值和异常值	530
11.4.2 状态估计误差和预测 误差	501	12.6.1 缺失值	531
11.4.3 状态平滑	502	12.6.2 异常值的识别	532
11.4.4 扰动平滑	504	12.7 随机波动率模型	537
11.5 缺失值	506	12.7.1 一元模型的估计	537
11.6 预测	507	12.7.2 多元随机波动率 模型	542
11.7 应用	508	12.8 估计随机波动率模型的新 方法	549
练习题	515	12.9 马尔可夫转换模型	556
参考文献	516	12.10 预测	563
第 12 章 马尔可夫链蒙特卡罗方法及其 应用	517	12.11 其他应用	564
12.1 马尔可夫链模拟	517	练习题	564
		参考文献	565
		索引	568

第1章 金融时间序列及其特征

金融时间序列分析考虑的是资产价值随时间演变的理论与实践。它是一个带有高度经验性的学科，但也像其他科学领域一样，理论是形成分析推断的基础。然而，金融时间序列分析有一个区别于其他时间序列分析的主要特点：金融理论及其经验的时间序列都包含不确定因素。例如，资产波动率有各种不同的定义，对一个股票收益率序列，波动率是不能直接观察到的。正因为带有不确定性，统计的理论和方法在金融时间序列分析中起重要作用。

本书的目的是提供一些金融时间序列的知识，介绍一些对分析金融时间序列有用的统计工具，从而使读者获得各种经济计量方法在金融中应用的经验。第1章引入资产收益率的基本概念，并简要介绍本书所讨论的一些过程。第2章回顾了一些线性时间序列分析中的基本概念，如平稳性、自相关函数，引入了一些简单的线性模型来处理序列的序列相关性，并讨论了带时间序列误差、季节性、单位根非平稳性和长记忆过程的回归模型。当存在条件异方差性和序列相关时，该章给出了协方差阵相合估计的方法。第3章着重讨论了条件异方差性（资产收益率的条件方差）的建模，讨论了新近发展起来的用来描述资产收益率的波动率随时间演变的各种经济计量模型。该章还讨论了波动率建模的其他方法，包括使用高频交易数据和一项资产的日最高价格和日最低价格进行建模。第4章讨论了金融时间序列中的非线性性，引入了能区别非线性序列与线性序列的检验统计量，并讨论了几个非线性模型。该章还介绍了非参数估计方法和神经网络，并且展示了非线性模型在金融中的各种应用。第5章考虑的是高频金融数据的分析，市场微观结构的影响及高频金融的应用，阐明了不同步（或不同时）的交易和买卖价格间的跳跃可能带来股票收益的序列相关性。该章还研究了不同交易之间持续时间的动态规律和一些分析交易数据的计量经济模型。第6章引入了连续时间扩散模型和伊藤（Ito）引理，导出了 Black-Scholes 期权定价公式，并应用一个简单的跳跃扩散模型来刻画期权市场常见的一些特征。第7章讨论了极值理论、厚尾分布及其在金融风险中的应用。该章还特别讨论了计算金融头寸风险值（VaR）及金融头寸的预期赤字的各种方法。第8章着重讨论多元时间序列分析和简单的多元模型，重点在于分析时间序列之间的交叉延迟关系。该章还介绍了协整、一些协整检验以及门限协整，并用协整的概念来研究金融市场中的套利机会，包括配对交易。第9章讨论了简化多元时间序列动态结构的方法和降低维数的方法，并介绍和演示了3种因子模型来分析多个资产的收益率。第10章介绍了多元波动率模型，其中包括带时变相关系数的模型，同时还讨论了怎样对一个条件协方差阵进行重新参数化，使之满足正定性